

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-162117

(43)公開日 平成9年(1997)6月20日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H01L 21/027			H01L 21/30	515D
G03F 7/20	521		G03F 7/20	521
			H01L 21/30	516F

審査請求 未請求 請求項の数7 FD (全10頁)

(21)出願番号 特願平7-344590

(22)出願日 平成7年(1995)12月5日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 小沢 治夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

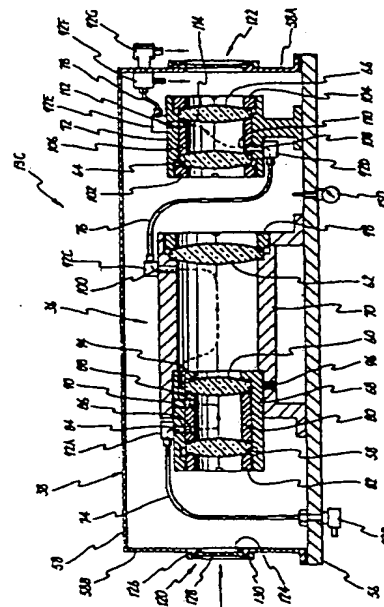
(74)代理人 弁理士 立石 篤司 (外1名)

(54)【発明の名称】 露光装置

(57)【要約】

【課題】 露光光が短波長となっても、光化学反応による曇り物質及びオゾンの発生を効果的に防止する。

【解決手段】 照明光学系の一部を構成する筐体38の内部に、図示の点線矢印で示されるガスの流通経路が形成されている。この流通経路を介して鏡筒68、70、72の内部空間の空気を窒素ガスに置換している。また、開閉装置92Fの吹き出し口から窒素ガスが筐体38の内部空間にも供給されている。従って、筐体38内及び鏡筒68、70、72内の空間の酸素濃度が低く維持され、光化学反応の過程における酸化反応を防止することができ、後に続く生成物(曇り物質)の発生がなく防曇を行うことができるとともに露光光が酸素を反応させることによるオゾンの発生をも効果的に防止(あるいは抑制)することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光光源からの露光光により照明光学系を介してマスクを照明し、前記マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に投影露光する露光装置であって、

前記露光光源から前記マスクに至る露光光の光路上に配置される光学系が複数ブロックに分割され、

前記複数ブロックの内、1又は2以上の特定ブロックが、筐体とこの筐体内に収納された1又は2以上の鏡筒と、各鏡筒に保持された光学要素とを備え、当該各特定ブロックを構成する前記筐体内及び鏡筒内の空間の酸素濃度が低く維持されている露光装置。

【請求項2】 前記特定ブロックを構成する筐体に、当該筐体の一端から当該筐体内の各鏡筒を順次連通すると共に各鏡筒内の光学要素相互間の空間を順次くまなく經由して前記筐体の他端に至るガスの流通経路が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】 前記流通経路を介して各鏡筒内の空間の空気が外部に排出され、当該空間が真空中に維持されていることを特徴とする請求項2に記載の露光装置。

【請求項4】 前記流通経路を介して各鏡筒内の空間に不活性ガスが充填され、この状態が維持されていることを特徴とする請求項2に記載の露光装置。

【請求項5】 前記特定ブロックの筐体内空間が真空中に維持されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項6】 前記特定ブロックの筐体内空間に不活性ガスが充填され、この状態が維持されていることを特徴とする請求項1又は3に記載の露光装置。

【請求項7】 前記特定ブロックを構成する筐体の露光光の光路上前方及び後方に、着脱自在の窓ガラスが設けられていることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、露光装置に係り、更に詳しくはマスク（又はレチクル、以下適宜「レチクル」と総称する）に形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に投影露光する露光装置に関する。本発明は、露光光として紫外線を用いる露光装置に適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の露光装置では、各種の波長帯域の光を露光光として基板上に照射している。露光光にはe線（波長 $\lambda=546\text{nm}$ ）、g線（ $\lambda=436\text{nm}$ ）、h線（ $\lambda=405\text{nm}$ ）、i線（ $\lambda=365\text{nm}$ ）、KrFエキシマレーザー（ $\lambda=248\text{nm}$ ）等が用いられている。これら単波長の露光光は、例えば光源としての水銀ランプから出る広範囲の波長帯域の中から所望の波長だけを透過するフィルタ又は波長選択性薄膜

（レンズやミラーの表面に蒸着して所望の波長だけを透過又は反射する光学薄膜）を用いて取り出している。光源から放射された露光光は、レチクルを照明する照明光学系及びレチクルに形成された微細パターンを感光基板上に結像させる投影光学系（投影レンズ）により前記微細パターンを感光基板上に転写・露光している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記のような従来の露光装置において、パターン線幅の微細化に伴い、スループット及び解像度の向上が要求されるようになり、これに伴って露光光としてはますますハイパワーなものが要求されると同時に、露光光の波長帯域の短波長化が進んでいる。

【0004】 しかし、i線（波長 $\lambda=365\text{nm}$ ）を露光光とする露光装置及びi線より短波長の露光光を用いる露光装置においては、短波長化により、露光光が空気中の不純物を酸素と光化学反応させることが知られており、かかる反応による生成物（曇り物質）がガラス部材に付着し、ガラス部材に不透明な「曇り」が生じるという不都合があった。ここで、曇り物質としては、例えば亜硫酸 $\text{SO}_2$ が光のエネルギーを吸収し励起状態となると、空気中の酸素と反応（酸化）することによって生じる硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が代表的に挙げられる。この硫酸アンモニウムは白色を帯びており、レンズやミラー等の光学部材の表面に付着すると前記「曇り」状態となる。そして、露光光は硫酸アンモニウムで散乱、吸収される結果前記光学系の透過率が減少することになる。

【0005】 特に、KrFエキシマレーザーのように露光光がi線より波長が短い $248\text{nm}$ 以下になる短波長領域では、露光光がより強い光化学反応を起こさせ、前記「曇り」を生じるばかりでなく、同時に露光光がさらに空気中の酸素を反応させてオゾンを生じ、残存酸素と生成オゾンがともに露光光を吸収してしまう現象がある。そのため露光光の感光基板上に到達するまでの光量（透過率）が少なくなりスループットが小さくなるという不都合も生じていた。このような場合、前記曇り物質（付着物）は水溶性であり拭き取ることも可能ではあるが、照明光学系や投影光学系は、鏡筒に複数のレンズ、ミラー等の光学要素を保持させた状態で固定されているため、清掃のためにはこれを分解しなければならず、極めて作業性が悪かった。

【0006】 本発明は、かかる従来例の有する不都合に鑑みてなされたもので、その目的は露光光が短波長となっても、光化学反応による曇り物質及びオゾンの発生を効果的に防止することができる露光装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明は、露光光源からの露光光により照明光学系を介してマ

スクを照明し、前記マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に投影露光する露光装置であって、前記露光光源から前記マスクに至る露光光の光路上に配置される光学系が複数ブロックに分割され、前記複数ブロックの内、1又は2以上の特定ブロックが、筐体とこの筐体内に収納された1又は2以上の鏡筒と、各鏡筒に保持された光学要素とを備え、当該各特定ブロックを構成する前記筐体内及び鏡筒内の空間の酸素濃度が低く維持されていることを特徴とする。

【0008】これによれば、特定ブロックにおいては、筐体内及び鏡筒内の空間の酸素濃度が低く維持されていることから、光化学反応の過程における酸化反応を防止することができ、後に続く生成物（曇り物質）の発生がなく防曇を行うことができるとともに露光光が酸素を反応させることによるオゾンの発生をも効果的に防止（あるいは抑制）することができる。従って、露光光源からマスクに至る露光光の光路上に配置される光学系の全ブロックが特定ブロックとされている場合には、曇り物質の発生、オゾンの発生をほぼ完全に防止することができる。露光光の散乱、吸収を一層効果的に防止することができる。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の露光装置において、前記特定ブロックを構成する筐体に、当該筐体の一端から当該筐体内の各鏡筒を順次連通すると共に各鏡筒内の光学要素相互間の空間を順次くまなく経由して前記筐体の他端に至るガスの流通経路が形成されていることを特徴とする。

【0010】これによれば、特定ブロックを構成する筐体に形成されたガスの流通経路を介して当該筐体内の各鏡筒内の光学要素相互間の空間の空気を不活性ガスに置換したり、ガスの流通経路を介して各鏡筒内の光学要素相互間の空間の空気を排気することにより真空状態にしたりすることができる。

【0011】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の露光装置において、前記流通経路を介して各鏡筒内の空間の空気が外部に排出され、当該空間が真空中に維持されていることを特徴とする。

【0012】これによれば、各鏡筒内の空間の酸素濃度を長期間に渡って極めて低く抑ええることができ、これにより長期間に渡って光化学反応の過程における酸化反応を防止することができる。

【0013】請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の露光装置において、前記流通経路を介して各鏡筒内の空間に不活性ガスが充填され、この状態が維持されていることを特徴とする。これによれば、各鏡筒内の空間の空気が不活性ガスに置換された状態が維持されるので、各鏡筒内の空間の酸素濃度を長期間に渡って極めて低く抑ええることができる。この場合において、ガスの流通経路内に不活性ガスを連続的に循環させてもよく、あるいは間欠的に流通経路内に不活性ガスを供給してもよ

い。

【0014】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし4のいずれか一項に記載の露光装置において、前記特定ブロックの筐体内空間が真空中に維持されていることを特徴とする。

【0015】請求項6に記載の発明は、請求項1又は3に記載の露光装置において、前記特定ブロックの筐体内空間に不活性ガスが充填され、この状態が維持されていることを特徴とする。

【0016】この場合において、特定ブロックの筐体内空間に不活性ガスが充填された状態が維持され、各鏡筒内の空間が真空中に維持されている場合には、不活性ガスが各鏡筒内空間に流入しても空気や空気中の不純物がなないので、光化学反応の過程における酸化反応を防止することができ、各鏡筒の密閉度がそれほど高くなくてもよいので、シール構造を簡易化できる。

【0017】請求項7に記載の発明は、請求項1ないし6のいずれか一項に記載の露光装置において、前記特定ブロックを構成する筐体の露光光の光路上前方及び後方に、着脱自在の窓ガラスが設けられていることを特徴とする。

【0018】これによれば、各筐体の露光光の光路上前方及び後方の筐体外の空気と触れる部分には、曇り物質の附着の可能性があるが、この部分に着脱自在の窓ガラスが設けられているので、これらの窓ガラスを取り外して清掃したり、取り替えたりすることを簡単に行なうことができる。

【0019】上記のいずれの場合であっても、露光光が特に短波長である場合や、パワーが大きい場合には、投影光学系のレンズ鏡筒の内部空間を真空又は不活性ガス環境にすることが、光化学反応の過程における酸化反応を抑制するという意味では望ましく、同様の意味合いから露光装置本体を収納する密閉構造のチャンバ内部を真空環境又は不活性ガス環境下に置き、これを維持するようにしても良い。

【0020】

【実施例】

《第1実施例》以下、本発明の第1実施例を図1ないし図3に基づいて説明する。

【0021】図1には、第1実施例に係る露光装置10の構成が示されている。この露光装置10は、露光光源12と、照明光学系と、投影光学系PLと、マスクとしてのレチクルRと、感光基板としてのウエハWが搭載された基板ステージ14と、基板ステージ14が搭載された除振台16とを備えている。これらの構成各部の内、露光光源12を除く、露光本体部は一定温度に制御されたチャンバ18内に収納されている。

【0022】露光光源12としては、KrF（波長248nm）又はArF（波長193nm）等の紫外域のバルス光を発するエキシマレーザが用いられている。な

お、エキシマレーザに代えて水銀ランプを露光光源として用い、i線（波長365nm）を露光光として使用してもよい。

【0023】前記照明光学系は、多数のレンズ、ミラー等の光学要素を含んで構成され、露光光源12からの露光光によりレチクルR上の照明領域を均一な照度で照明する。この照明光学系は、複数（ここでは4つ）のブロック、即ち第1ブロック13Aから第4ブロック13Dに分割されている。

【0024】これを更に詳述すると、第1ブロック13Aは、照明系リレーレンズ20と折曲げミラー22とビーム整形光学系24とこれらの光学要素20、22、24が収納された筐体26とを備えている。また、第2ブロック13Bは、ズーム光学系（拡大系）28と折曲げミラー30とオブチカルインテグレータとしてのフライアイレンズ32とこのフライアイレンズ32の出口に設けられた照明系開口絞り33とこれらの光学要素28、30、32及び開口絞り33が収納された筐体34とを備えている。第3ブロック13Cは、第1リレーレンズ系36とこれを収納する筐体38とを備えている。第4ブロック13Dは、第2リレーレンズ系40と折曲げミラー42とコンデンサレンズ44とこれらの光学要素40、42、44が収納された筐体46とを備えている。なお、前記第3ブロック13Cと第4ブロック13Dとの間には、レチクルR上の照明領域の形状を規定するブラインド48が介装されている。第1ないし第4ブロックを構成する筐体26、34、38、46の露光光（照明光）の光路上の部分には、透明のガラス窓が設けられている。

【0025】次に、照明光学系の上記構成各部についてその作用とともに説明する。露光光源12から発せられた露光光は、照明系リレーレンズ20を介して折曲げミラー22に至り、当該折曲げミラー22で反射されて90度方向変換された後ビーム整形光学系24を透過することによりその形状が長方形から正方形に整形され、ズーム光学系（拡大系）28に入射する。このズーム光学系28によって必要な大きさに拡大された露光光は折曲げミラー30で反射されて90度方向変換され、フライアイレンズ32に入射する。

【0026】フライアイレンズ32の射出側面は、光源12と共役な位置関係となっており、二次光源面を構成している。各二次光源（各エレメント）を発した光は開口絞り33の開口を介して第1リレーレンズ系36及び第2リレーレンズ系40を通り、この際にブラインド48によってレチクルR上の照明領域が制限される。第2リレーレンズ系40を通過した照明光は、折曲げミラー42で反射されて90度方向変換された後コンデンサレンズ44で集光され、前記二次光源面とフーリエ変換の位置関係におかれたレチクルRを照明する。ここで、フライアイレンズ32の個々のエレメントが第1リレー

レンズ系36、第2リレーレンズ系40及びコンデンサレンズ44を介してレチクルRを照明することにより、オブチカルインテグレータの役割を果たし、これによりレチクルR上のパターン領域内が均一に照明されるようになっている。

【0027】投影光学系PLは、レンズ鏡筒50とこれに保持された複数のレンズエレメントとを有し（この投影光学系PLの具体的構成については、後に詳述する）、この投影光学系PLの瞳面は、前記二次光源面と互いに共役な位置関係で且つレチクル面とフーリエ変換の位置関係になっている。レチクルR上のパターンにより回折された照明光が投影光学系PLに入射し、この投影光学系PLの瞳面に配置された不図示の開口絞りを通過した回折光がレチクルRと共役な位置に置かれたウエハW上にレチクルRのパターンを投影する。

【0028】ウエハWを保持する前記基板ステージ14は、除振台16上で不図示の駆動系によって2次元方向に移動可能に構成されている。従って、この基板ステージ14をステッピングさせつつ、露光を行なうことにより、ウエハW上の各ショット領域にレチクルRのパターンが順次転写されるようになっている。

【0029】更に、本実施例では、照明光学系の各ブロック（13A～13D）を構成する筐体26、34、38、46及び投影光学系PLを構成するレンズ鏡筒50のそれぞれに、不活性ガスの一種である窒素ガス（N<sub>2</sub>）を供給する窒素供給源52が配管を介してそれぞれ接続されると共に内部の空気又はガスを排気する排気手段54が配管を介してそれぞれ接続されている。

【0030】従って、窒素供給源52と排気手段54とによって、筐体26、34、38、46内部及びレンズ鏡筒50内部の空気を窒素ガスに置換し、各筐体及びレンズ鏡筒50内を酸素が殆ど存在しない環境に設定できるようになっている。

【0031】図2には、一例として第3ブロック13Cを構成する筐体38の内部構造が拡大して示されている。この図2において、筐体38は、基台56とカバー58とから構成され、この筐体38の内部には、第1リレーレンズ系36を構成する第1レンズ群（58、60、62）と第2レンズ群（64、66）とが収納されている。第1レンズ群を構成するレンズ58、60は第1鏡筒（支持筒）68に保持され、この第1鏡筒68がレンズ62と共に基台56上に固定された第2鏡筒（支持筒）70に保持されている。また、第2レンズ群を構成するレンズ64、66は基台56上に固定された第3鏡筒72に保持されている。基台56の外部と第1鏡筒68とは配管74によって接続され、第2鏡筒70と第3の鏡筒72とは配管76によって接続され、更にカバー58の外部と第3のレンズ鏡筒72とは配管78によって接続されている。

【0032】これを更に詳述すると、第1鏡筒68に

は、レンズ60、分離環80、レンズ58が順次組み込まれ、これらが第1鏡筒68の内周面に螺合された押え環82によって固定されている。第1鏡筒68には、入口側のガス流通孔84、出口側のガス流通孔90が半径方向に穿設され、同様に分離環80には、入口側のガス流通孔86、出口側のガス流通孔88が半径方向に穿設されている。そして、入口側のガス流通孔84、86同士、出口側のガス流通孔90、88同士がそれぞれ一致する状態で分離環80が第1鏡筒68内に組み込まれている。これにより、ガス流通孔84、86とガス流通孔90、88によって第1鏡筒68の外周面と分離環80の内周面とがそれぞれ連通されている。第1鏡筒68の入口側のガス流通孔84には、配管用継ぎ手を兼ねた開閉装置92Aを介して前述した配管74の一端が接続されている。この配管74の他端は基台56の外面に設けられた開閉装置92Bを介して窒素ガスの供給用の配管(図2では図示せず)に接続されている。第1鏡筒68には、出口側のガス流通孔90と第2鏡筒70内部とを連通する軸方向のガス流通孔94が穿設されている。第1鏡筒68は第2鏡筒70の内周部にその一部が挿入され、固定ねじ96によって第2鏡筒70に固定されている。

【0033】レンズ62は、第2鏡筒70内に組み込まれ、第2鏡筒70の内周面に螺合された押え環98によって固定されている。第2鏡筒70には内部と外部とを連通するガス流通孔100が半径方向に穿設されており、このガス流通孔100に配管用継ぎ手を兼ねた開閉装置92Cを介して前述した配管76の一端が接続されている。

【0034】第2レンズ群を構成するレンズ64、66もレンズ58、60と同様に、押さえ環102、104及び分離環106で第3の鏡筒72に固定されている。第3の鏡筒72と分離環106には第3の鏡筒72の外部と分離環106の内周面の内側とを連通する入口側のガス流通孔108、110及び出口側のガス流通孔112、114とが穿設されている。第3の鏡筒72の入口側のガス流通孔108には、配管継ぎ手を兼ねた開閉装置92Dを介して配管76の他端が接続されている。また、出口側のガス流通孔112は配管継ぎ手を兼ねた開閉装置92Eを介して配管78の一端に接続され、この配管78の他端はカバー58の露光光の光路前方側の壁58Aに固定された配管継ぎ手を兼ねた開閉装置92Fに接続され、この開閉装置92Fは壁58Aの外側に設けられた別の開閉装置92Gを介して排気用の配管(図2では図示せず)に接続されている。また、開閉装置92Fには筐体38内への窒素ガスの吹き出し口も設けられている。

【0035】このようにして、本実施例では、筐体38に、当該筐体38の一端から第1鏡筒68、第2鏡筒70、第3鏡筒72を順次連通すると共に各鏡筒内の光学

要素(レンズ58、60、62、64、66)相互間の空間を順次くまなく経由して筐体38の他端に至る窒素ガスの流通経路(点線矢印参照)が形成されている。なお、この流通経路を構成する流通孔は、ガス流通の効果を考慮し、その位置、大きさ、数等を定めることが望ましい。

【0036】また、基台56には、感知部(センサヘッド)が筐体38の内部に臨み、本体部が筐体38の外部に露出した状態で、筐体38内の酸素濃度を測定する濃度センサ150が設けられており、この濃度センサ150の出力が不図示の制御装置に入力されるようになってい。この制御装置は、この濃度センサ150の測定値に基づいて窒素ガスによる空気置換の程度を検知し、この結果に基づいて供給手段52から供給される窒素ガスの強給時間、流量、圧力等を制御すると共に開閉装置92A~92Gの開閉を制御するようになっている。

【0037】更に、本実施例では、カバー58の露光光の光路前方側の壁58A、光路後方側の壁58Bに、着脱自在の窓ガラス122、120がそれぞれ設けられている。一方の窓ガラス120は、光路後方側の壁58Bの中央部に形成された円形の窓用開口124と、この開口124の周縁部の外側に外方に向かって突設された窓枠126と、この窓枠126の内部に挿入されたガラス板128と、窓枠126の外周面に螺合されると共にガラス板128を固定する押え環130とから構成されている。押え環130は窓枠126に対して着脱自在の構造になっているので、ガラス板128も容易に着脱することができる。他方の窓ガラス122もこれと同様にし構成されている。

【0038】次に上述のように構成された図2の第3ブロック13Cの作用について説明する。

【0039】まず、窒素ガスの供給源52の供給弁(図示省略)と全ての開閉装置92Dを開き、排気手段54を作動させると、窒素供給源52からの窒素ガスが、開閉装置92Bを介して配管74内に供給される。配管74を経た窒素ガスは開閉装置92A、ガス流通孔84、86を順次経由して分離環80内部のレンズ58とレンズ60との間の空間に流入する。そして、この空間内には流入した窒素ガスが次第に充填し、この窒素ガスにより内部の空気が流通孔88、90、94を介して第2鏡筒70の内部に向けて追い出されるようになる。分離環80内部のレンズ58とレンズ60との間の空間に窒素ガスが充填し、更に窒素ガスが供給されると、窒素ガスが流通孔88、90、94を順次経由して第2鏡筒70の内部空間に流入する。そして、この空間内には流入した窒素ガスが次第に充填し、この窒素ガスにより内部の空気がガス流通孔100を介して配管76内に追い出されるようになる。この追い出された空気は、開閉装置92Dを介して第3鏡筒72内部のレンズ64とレンズ66との間の空間に流入し、当該空間内の空気を流通孔1

14、112、開閉装置92F、92Gを介して排気用配管内に追い出す。

【0040】第2鏡筒70の内部空間に窒素ガスが充填し、更に窒素ガスが供給されると、窒素ガスがガス流通孔100、配管76、開閉装置92Dを介して第3の鏡筒内部のレンズ64とレンズ66との間の空間に流入し、当該空間内の空気を流通孔114、112、開閉装置92F、92Gを介して排気用配管内に追い出す。このようにしてレンズ58、60、62、64、66の表面に窒素ガスが隈なく接する。

【0041】この状態で、更に窒素ガスが供給され続けると、遂には第3の鏡筒72内の空間に充填した窒素ガスが開閉装置92F、92Gを介して排気用配管内に追い出されると共に開閉装置92Fの吹き出し口から筐体38の内部空間に吹き出されるようになる。更に、所定時間経過すると、筐体38内に窒素ガスが次第に充填し、内圧の増加により内部の空気がカバー58の隙間（通常、カバーには、開閉装置の取り付け孔、濃度センサの取り付け孔等の他、多数の隙間が存在する）から筐体38の外部に漏れ始め、このようにして筐体38内の空気が窒素ガスに置換される。このとき、前述の如く、筐体38内部の酸素の濃度を測定する濃度センサ150の測定値が不図示の制御装置によりモニタされている。そして、制御装置では、濃度センサ150の測定値に基づいて内部の空気がほぼ完全に窒素ガスに置換されたことを検知すると、排気用配管からのガスの流出を防止すべく、開閉装置92Gを「閉」にする。その後は、制御装置では濃度センサ150の測定値に応じて供給手段52から供給される窒素ガスの強給時間、流量、圧力等を制御すると共に開閉装置92A～92Fの開閉を制御する。

【0042】これによれば、筐体38の内部空間、鏡筒68、70、72の内部空間に殆ど酸素の存在しない環境が維持される。従って、この筐体38内では、KrFエキシマレーザのように紫外域の露光光を使用しても露光光が光化学反応を起こすことがなく、いわゆる「曇り」現象の発生を防止することができ、露光光が空気中の酸素を反応させてオゾンが発生するのを防止することができ、オゾン及び残存酸素の露光光の吸収をも防止することができる。なお、カバー58に殆ど、隙間が存在しない場合には、筐体38内部の空気を一旦窒素ガスへ置換した後は、各開閉装置を「閉」にして筐体38及び各鏡筒（支持筒）内に窒素ガスを封止するようにしてもよく、あるいは完結的に供給するようにしても良い。要は、筐体38及び各鏡筒（支持筒）内の酸素濃度を極く低レベルに安定に保持できれば良い。

【0043】ところが、筐体38（カバー58）の最外側のガラス窓120、122を構成するガラス板128の外側はチャンバ18内の空気に触れているので、露光時間の経過により曇り物質の附着が生じてしまう。かか

る場合に、本実施例のように窓ガラス120、122を着脱自在の構造にしておけば、ガラス板128を簡単に取り外して清掃することができる。

【0044】本実施例では、その他のブロック13A、13B、13Dも、上述した第3ブロック13Aと同様の構成の窒素ガスの流通経路がそれぞれの筐体内に設けられ、同様にその内部を酸素の殆ど存在しない環境に維持できるようになっている。

【0045】なお、チャンバ18の内部の空気を窒素ガスにより置換することも可能であり、かかる場合には、大量の窒素ガスを必要とするが、ガラス窓120、122を構成するガラス板128への曇り物質の附着そのものを防止することが可能になる。

【0046】図3には、投影光学系PLの構成の一例が示されている。この図において、投影光学系PLは、レンズ鏡筒（支持筒）50と、このレンズ鏡筒50内に光軸AX方向に順次積層された複数（ここでは5つ）のレンズ枠152<sub>1</sub>、152<sub>2</sub>、152<sub>3</sub>、152<sub>4</sub>、152<sub>5</sub>と、各レンズ枠152に各1つ保持された5つのレンズエレメント154と、レンズ枠152<sub>1</sub>、152<sub>2</sub>、152<sub>3</sub>、152<sub>4</sub>、152<sub>5</sub>を上方からレンズ鏡筒50に押圧する押え環156とを備えている。レンズ鏡筒50には、下端部近傍にフランジ部50Aが設けられている。また、レンズ鏡筒50の中央やや上方部には、入口側のガス流通孔158が半径方向に穿設され、フランジ部50Aの下方部には、出口側のガス流通孔160が半径方向に穿設されている。第2段目のレンズ枠152<sub>2</sub>のガス流通孔158に対向する部位には、入口側のガス流通孔162が半径方向に穿設されている。第5段目のレンズ枠152<sub>5</sub>のガス流通孔160に対向する部位には、出口側のガス流通孔164が半径方向に穿設されている。さらに、第2段目～第4段目のレンズ枠152<sub>2</sub>、152<sub>3</sub>、152<sub>4</sub>には、各1つの軸方向のガス流通孔168、170、172が穿設されている。レンズ鏡筒50の入口側のガス流通孔158は配管継ぎ手を兼ねた開閉装置92Hを介して窒素ガスの供給用配管174（これは供給源52に接続されている）に接続されている。また、レンズ鏡筒50の出口側のガス流通孔160は配管継ぎ手を兼ねた開閉装置92Iを介して排気用配管（図3では図示せず）に接続されている。このようにして、図3中点線矢印で示されるガスの流通経路が構成され、この流通経路を介して隣接するレンズエレメント154相互間の空間の空気が、前述と同様に、順次窒素ガスに置換され、レンズエレメント154の表面に曇り物質が附着するのが防止されるようになっている。

【0047】レンズ鏡筒50の内部は、密閉度が高いので、一旦内部の空気を窒素ガスに置換した後は、開閉装置92H、92Iを「閉」にして窒素ガスを封止することにより内部に酸素が殆ど存在しない環境を保持できる

ので、窒素ガスの強制的循環を行う必要はない。

【0048】ところで、この場合も最上段のレンズエレメント154の上面と最下段のレンズエレメント154の下面には、チャンバ18内の空気が接しているの、曇り物質の附着の可能性があるが、前記の如く、チャンバ18内の空気を窒素ガスにより置換する場合には、このような不都合をも防止することができる。

【0049】以上説明したように、本第1実施例によると、照明光学系を構成する第1ブロック13A～第4ブロック13Dをそれぞれ構成する各筐体の内部、投影光学系PLのレンズ鏡筒50の内部及び各筐体内の各鏡筒の内部にガスの流通経路が設けられているので、当該流通経路を介して窒素ガスをレンズ群から他レンズ群へ筐体から他筐体へ強制的に循環させることができ、レンズ、ミラー等の光学要素間の細部にまで窒素ガスがいきわたり、内部の不純物を含む空気が不活性な窒素ガスに置換された化学的に清浄な環境下に照明光学系及び投影光学系を構成する各光学要素を置くことができる。また、各筐体内部の酸素濃度に応じて窒素ガスの供給時間、流量、圧力等を制御すると共に開閉装置92A～92Gの開閉を制御するので長期間にわたり化学的に清浄な環境を効率よく維持することができる。従って、露光光である紫外線が空気中の不純物と酸素とを光化学反応させたり、酸素を光化学反応させたりすることを防止することができ、これにより前記硫酸アンモニウム及びオゾンの発生を防止することができ、レンズ、ミラー等に生じる前記「曇り」の発生や露光光の散乱、吸収を防止することができ、ウエハW上に達する露光量が増えることにより、より短い時間で露光・転写が可能となり、スループット向上が期待できる。

【0050】また、露光装置本体を収納するチャンバ18内部にまで窒素ガスを充填させる場合には、照明光学系、投影光学系を構成する全ての光学要素を完全に化学的に清浄な環境下におくことができるので、より一層確実に露光光の散乱、吸収を防止することができる。

【0051】《第2実施例》次に、本発明の第2実施例を図4に基づいて説明する。ここで、前述した第1実施例と同一又は同等の構成部分については、同一の符号を付すと共にその説明を省略するものとする。

【0052】この第2実施例は、前述した第1実施例が、照明光学系の第1ないし第4ブロックを構成する筐体内に、それぞれ直接に窒素ガスの供給手段、及び排気手段を接続するいわば並列接続構造とされていたのとは異なり、窒素供給源52に第1ブロック13Aを構成する筐体26のみを接続し、この筐体26に第2ブロック13Bを構成する筐体34を配管を介して接続し、更に第3ブロック13Cを構成する筐体38、第4ブロック13Dを構成する筐体46、投影光学系PLのレンズ鏡筒50を順次配管により接続して、このレンズ鏡筒50に排気用配管を介して排気手段54を接続するいわば直列

接続構造とされている点に特徴を有する。その他の構成は第1実施例と同一である。

【0053】これによれば、窒素ガスの供給を開始すると、筐体26、筐体34、筐体38、筐体46、レンズ鏡筒50の順に内部の空気が窒素ガスに置換されるようになるが、各筐体からは窒素ガスが漏れる（リークする）ので、筐体26内の窒素濃度が最も高く、筐体34、筐体38、筐体46、レンズ鏡筒50の順に窒素濃度が低く、換言すれば、露光光源12に最も近い筐体26内が最も酸素濃度が低く、筐体34、筐体38、筐体46、レンズ鏡筒50の順に露光光源12からの距離が遠くなるにつれ酸素濃度が徐々に高くなる。

【0054】しかるに、一般に、露光光である紫外線のエネルギー密度が大きい程、光化学反応は活発になると考えられるので、露光光源12に最も近い筐体26内が最も酸素濃度が低く、露光光源12からの距離が遠くなるにつれ筐体内の酸素濃度が徐々に高くなるような構成の本第2実施例によると、紫外線が空気中の不純物と酸素とを光化学反応させたり、酸素を光化学反応させたりすることを効率よく防止することができ、前記硫酸アンモニウム及びオゾンの発生を防止でき、これにより照明光学系、投影光学系を構成する各光学要素の曇りの発生及び露光光の吸収を効果的に抑制することができる。

【0055】実際問題として、フライアイレンズ32までは露光光のエネルギー密度が大きいので、筐体34、筐体26内の酸素濃度は低くする必要があるが、フライアイレンズ32以降はエネルギー密度が低下するので、露光光による光化学反応の発生度合いは低く、必ずしも空気を窒素ガスに置換しなくとも大きな問題は生じない。

【0056】なお、上記第1、第2実施例では、不活性ガスとして窒素ガスを使用する場合を例示したが、本発明がこれに限定されるものではなく、他の不活性ガス、例えばヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン等を使用しても良い。但し、上記実施例のように窒素ガスを使用すれば、入手し易く爆発の恐れのない扱い易さがある。

【0057】また、上記第1、第2実施例においては、照明光学系の各ブロックを構成する筐体内、各筐体内の各鏡筒内、投影光学系PLのレンズ鏡筒50の内部の空気を窒素ガスに置換することにより照明光学系、投影光学系PLの各光学要素を酸素濃度の低い環境下に置く場合を例示したが、本発明がこれに限定されるものではなく、前記各光学要素を真空環境下に置くことによって、紫外線が空気中の不純物と酸素を光化学反応させたり、酸素を光化学反応させたりすることを防ぎ、前記硫酸アンモニウム及びオゾンの発生を防止できる。かかる真空環境下に、例えば、第3ブロック13Cを構成するレンズ58、60、62、64、66を置く場合には、前記窒素ガスの流通経路を排気経路に置き換え、その排気経路を真空排気装置に接続し鏡筒68、70、72と



筐体38の内部の空気を排気する。また、酸素濃度を測定するためのセンサ150の代わりに真空計を設け、真空度を検知することにより真空ポンプの排気速度を制御できるように、真空計の計測値を真空排気装置の制御系へフィードバックするようにすればよい。

【0058】あるいは、前記各鏡筒（支持筒）の内部を真空とし筐体の内部に不活性ガスを循環させるようにしてもよい。例えば、第3ブロック13Cの構造をこのようにする場合には、前記窒素ガスの流通経路を排気経路に置き換え、その排気経路を真空排気装置に接続し、前記各鏡筒（68、70、72）内部の空気を排気する。その際、この排気経路と筐体38内の不活性ガスの流通経路とを独立した経路とするため、開閉装置92Fの筐体内吹き出し口（分岐口）を封止するとともに、筐体38には図示しない不活性ガス循環用の流通孔、開閉装置及び配管材を接続し、筐体38の内部に窒素ガス等の不活性ガスを循環させる。かかる各鏡筒内を真空にし筐体内を不活性ガスで満たす構成では、たとえ真空の各鏡筒内に不活性ガスが漏れ入っても空気や空気中の不純物がないので、上記第1実施例と同等の効果を得ることができるとともに、シール構造にOリングや高価で複雑な密閉構造を作る必要もないので、真空構造を容易に作れるという利点もある。

【0059】なお、上記実施例中の説明では、チャンバ18内の空気を窒素ガスで置換する場合に言及したが、チャンバ18に真空排気装置を接続し、チャンバ18内の空気を排気して露光装置本体を真空環境下におくようにしても良い。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、露光光が短波長となっても、光化学反応による曇り物質及びオゾンの発生を効果的に防止することができ、これにより曇り物質による露光光の散乱、オゾンによる露光

光の吸収等を抑制し、スループットの向上を図ることができるという従来にない優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の露光装置の全体構成を概略的に示す図である。

【図2】図1の第3ブロックの具体的構成の一例を示す断面図である。

【図3】図1の投影光学系の具体的構成の一例を示す断面図である。

【図4】第2実施例の露光装置の全体構成を概略的に示す図である。

【符号の説明】

- 10 露光装置
- 12 露光光源
- 13A 第1ブロック
- 13B 第2ブロック
- 13C 第3ブロック
- 13D 第4ブロック
- 38 筐体
- 58、60、62、64、66 レンズ（光学要素）
- 68 第1鏡筒
- 70 第2鏡筒
- 72 第3鏡筒
- 74、76、78 配管（流通経路の一部）
- 84、86、88 ガス流通孔（流通経路の一部）
- 90、94、100 ガス流通孔（流通経路の一部）
- 108、110、112、114 ガス流通孔（流通経路の一部）
- 120、122 窓ガラス
- R レチクル（マスク）
- PL 投影光学系
- W ウエハ（感光基板）



[illegible]



**Japanese Patent Laid-open No. 09-162117**

[0029] Furthermore, in the embodiment, housings 26, 34, 38, and 46 that structure the blocks of the illumination optical system (13A to 13D), respectively, and lens barrel 50 structuring projection optical system PL, are each connected via piping to a nitrogen supply source 52, which supplies nitrogen gas ( $N_2$ ) being a type of inert gas to each portion, and an exhaust means 54 is also connected to each portion via piping for exhausting air or gas inside each portion.

[0030] Accordingly, with nitrogen supply source 52 and exhaust means 54, air inside housings 26, 34, 38, and 46 and lens barrel 50 can be replaced with nitrogen gas, and an environment can be set where oxygen hardly exists inside each housing and lens barrel 50.

[0038] Next, an operation of the third block C in Fig. 2, which has the structure referred to above, is described.

[0039] First of all, when exhaust means 54 is operated by opening supply valves (not shown) of nitrogen supply source 52 and all of open/close device 92D, nitrogen gas from nitrogen supply source 52 is supplied into piping 74 via open/close device 92B. When the nitrogen gas has filled piping 74, it then flows sequentially from open/close device 92A to gas flow vents 84 and 86, and then into the space in between lens 58

and lens 60 within separation ring 80. And, when the nitrogen gas gradually fills this space, it pushes out air inside the space into the inside of the second barrel 70 via flow vents 88, 90, and 94. When the space in between lens 58 and lens 60 within separation ring 80 is filled up with the nitrogen gas, and more nitrogen gas is supplied, it then flows into the inside of the second barrel via flow vents 88, 90, and 94, sequentially. And when the nitrogen gas gradually fills this space, it pushes out air inside the space into piping 76 via gas flow vent 100. The air pushed out into piping 76 then flows into the space in between lens 64 and lens 66 inside the third barrel 72 via open/close device 92D, and in turn pushes out air in the space into piping for exhaustion via flow vents 114 and 112, and open/close devices 92F and 92G.

15

[0040] When internal space of the second barrel 70 is filled up with the nitrogen gas, and more nitrogen gas is supplied, it then flows into the space in between lens 64 and lens 66 inside the third barrel 72 via gas flow vent 100, piping 76 and open/close device 92D, pushing out air inside the space into piping for exhaustion via flow vents 114 and 112, and open/close devices 92F and 92G. In this manner, nitrogen gas covers the whole surface of lenses 58, 60, 62, 64, and 66.

25 [0041] When nitrogen gas is continued to be supplied in such a state, the nitrogen gas filling up the space inside the third barrel 72 is finally pushed out into piping for exhaustion via open/close devices 92F and 92G, as well as be released

from an outlet of open/close device 92F into the inside of housing 38. Furthermore, when a predetermined period of time passes, the nitrogen gas gradually fills the inside of housing 38 increasing the internal pressure, and air inside begins  
5 to leak outside housing 38 from gaps in cover 58 (normally a cover has many gaps, such as an attachment hole for an open/close device, an attachment hole for a concentration sensor, or the like), thus the air inside housing 38 is replaced with the nitrogen gas. During the replacement, as is previously  
10 referred, the measurement values of concentration sensor 150 measuring the concentration of oxygen inside housing 38 is monitored by a control unit (not shown). And, when the control unit detects that the air inside has been almost completely replaced with the nitrogen gas based on the measurement values  
15 of concentration sensor 150, it closes open/close device 92G so as to prevent gas from flowing out of piping for exhaustion. When this is completed, then the control unit controls the supplying time, amount, and pressure or the like of the nitrogen gas supplied from supply means 52 corresponding to the  
20 measurement values of concentration sensor 150, along with the state of the open/close devices 92A to 92F.

[0042] With the operation above, an environment where oxygen hardly exists can be maintained inside housing 38 and inside  
25 barrels 68, 70, and 72. Accordingly, even if an exposure light in the ultraviolet region such as a KrF excimer laser is used within housing 38, since the exposure light does not cause photochemical reaction, so-called "clouding" can be prevented,

generation of ozone due to the exposure light reacting with oxygen in the air can be prevented, and absorption of the exposure light by ozone and the remaining oxygen can also be prevented. In the case when gaps hardly exist in cover 58, each of the open/close devices may be switched to a "closed" state after the air inside housing 38 has been replaced with the nitrogen gas so that housing 38 and each of the barrels (and supporting barrels) are sealed with the nitrogen gas inside. Or, the nitrogen gas may be supplied conclusively. In any case, only the oxygen concentration has to be maintained at an extremely low level inside housing 38 and each of the barrels (and supporting barrels).

[0045] Incidentally, air inside chamber 18 can be replaced with nitrogen gas. In such a case, a large amount of nitrogen gas is required, however, it becomes possible to prevent clouding material from adhering onto glass plate 128 that structure glass windows 120 and 122.

20

[0051] <<Second Embodiment>> Next, a second embodiment of the present invention is described, referring to Fig. 4. Structures and components identical or equivalent to those described in the first embodiment are designated with the same reference numerals, and the description thereabout is omitted.

25

[0052] While a so called parallel connection structure is

employed in the first embodiment previously described, where a supply means and an exhaust means of nitrogen gas are each directly connected to housings that structure the first and fourth block of the illumination optical system, the second  
5 embodiment has a different structure, that is a so called serial connection structure. With this structure, only housing 26 structuring the first block 13A is connected to nitrogen supply source 52 and housing 34 structuring the second block 13B is connected to housing 26 via piping, with housing 38 structuring  
10 the third block 13C, housing 46 structuring the fourth block 13D, and lens barrel 50 of the projection optical system PL serially connected in sequence, and exhaust means 54 connected to lens barrel 50 via piping for exhaustion. Structures of other parts are the same as the first embodiment.

15

[0053] With such a structure, when nitrogen gas begins to be supplied, internal gas is replaced with nitrogen in the following order; housing 26, housing 34, housing 38, housing 46, and lens barrel 50. Since nitrogen gas, however, leaks  
20 from each housing, nitrogen concentration is the highest within housing 26, then reduces in the order of housing 34, housing 38, housing 46, and lens barrel 50. In other words, housing 26 which is the closest to exposure light source 12 has the lowest oxygen concentration, with the oxygen concentration  
25 gradually increasing in the order of housing 34, housing 38, housing 46, and lens barrel 50, as the distance from exposure light source 12 increases.



[0054] It is normally considered that photochemical reaction is more active when energy density of the ultraviolet light serving as the exposure light is higher. So, with the second embodiment of the present invention where oxygen concentration is lowest in housing 26 closest to exposure light source 12 and oxygen concentration in the housing increases as the distance from exposure light source 12 increases, photochemical reaction of impurities and oxygen in the air by ultraviolet light or photochemical reaction of oxygen can be efficiently prevented, which can effectively prevent ammonium sulfate and ozone from being generated, which in turn effectively suppresses each optical element making up the illumination optical system and the projection optical system from clouding and the exposure light from being absorbed.

15

[0055] In actual, energy density of the exposure light is high until the exposure light reaches fly-eye lens 32, therefore, low oxygen concentration is required within housings 34 and 26. However, since the energy density decreases after the exposure light passes through fly-eye lens 32, the level of photochemical reaction being caused due to the exposure light also decreases, so the air does not necessarily have to be replaced with nitrogen gas.

25 [0056] In the first and second embodiments above, the cases have been described where nitrogen gas is used as the inert gas. The present invention, however, is not limited to this, and other inert gas such as helium, neon, argon, krypton, xenon,

radon, or the like may be used. However, if nitrogen gas is used as in the embodiments above, it is easy to obtain and to handle, without the risk of explosion.

